

Primljen: 1.4.2019.

Prihvaćen: 9.5.2019.

Stručni rad

UDK: 621.9

Konverzacijsko programiranje CNC strojeva na temelju crteža iz CAD programa

Conversion Programming of CNC Machines Based on CAD Drawings

Marijan Horvat

Tehnička škola Čakovec

Športska 5, 40 000 Čakovec

E-mail: marijan.horvat@skole.hr

Sažetak: *CNC (engl. Computer Numerical Control – računalom numerički upravljanim) strojevi, predstavljaju česti način preoblikovanja metalnih strojnih dijelova. Programiranje navedenih strojeva moguće je na više načina. Posljednjih godina prevladava takozvani konverzacijski način programiranja koji predstavlja parametarski oblik programiranje kroz programski unaprijed djelomično definirane operacije. Konverzacijski način programiranja ima mogućnost umetanje G-code naredbi, koje kao osnovu za programiranje, koriste karakteristične koordinate točaka koje čine putanju vrha alata. Identifikacija navedenih karakterističnih točaka putanje alata iz tehničkoga crteža često predstavlja problem, jer zahtjeva detaljnu analizu crteža, odnosno dodatno kotiranje. Današnji tehnički crteži izrađeni su uglavnom u CAD programima kao što su SolidWorks, CATIA, AutoCAD... te osim grafičkih informacija sadrže i informacije o geometriji dizajniranih objekata u matematičkom obliku. Ukoliko program CNC stroja ima mogućnost korištenja programskih formata u kojima su objekti dizajnirani, otvara se mogućnost integriranja navedenih informacija te lakše i brže programiranje CNC stroja što pridonosi povećanju produktivnosti i smanjenju grešaka. Primjena navedenoga načina programiranja posebno je zanimljiva u tehnologiji takozvanog 2.5D glodanja.*

Ključne riječi: CAM, CAD, CNC stroj, konverzacijsko programiranje

Abstract: *CNC (Computer Numerical Control) machines represent a common way of refining metal machine parts. There are several ways to program these machines. In recent years, the so-called conversational mode of programming is predominant, which represents the parametric form of programming through a program-pre-defined partial operation. Conversion mode of programming has the ability to insert G-code commands, which, as a basis for programming, use characteristic point coordinates that make up the top of the tool. The identification of these characteristic points is often a problem because of the need for a detailed drawing analysis or an additional listing. Today's technical drawings are mostly made in CAD programs such as SolidWorks, CATIA, AutoCAD ... and besides graphical information, they also contain information on geometry of designed objects in mathematical form. If the CNC machine has the ability to use program formats in which the objects are designed, the possibility of integrating the specified information and the easier and faster programming of the CNC machine can be opened, which increases productivity and reduces errors. The application of this mode of programming is particularly interesting in the technology of the so-called 2.5D milling.*

Key words: CAM, CAD, CNC Machine, Conversion Programming.

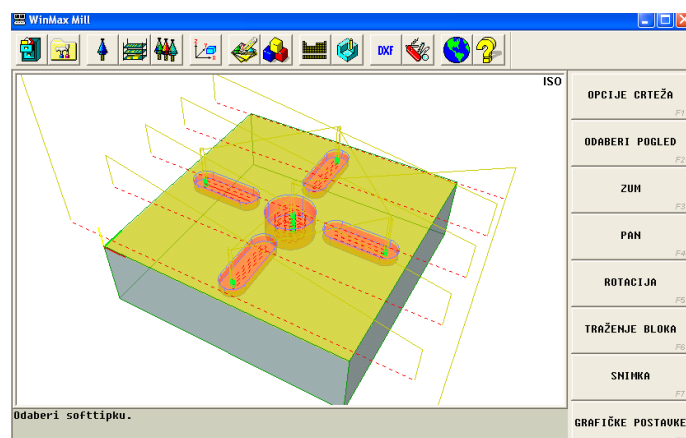
1. Uvod

Obrada odvajanjem čestica još uvijek predstavlja dominantan način preoblikovanja metalnih sirovaca u željeni izradak. Geometrija izradaka sve je složenija te zahtijeva primjenu CNC strojeva u procesu preoblikovanja. Računalom upravljani strojevi, tzv. CNC strojevi omogućavaju realizaciju navedenih složenih geometrija i ponovljivost postupka preoblikovanja. Obrada odvajanjem čestica u dijelu glodanja uglavnom se realizira kao 2.5D glodanje te višeosno glodanje. Programiranje kod 2.5D glodanja relativno je jednostavno, dok kod višeosnog glodanja često zahtijeva upotrebu specijaliziranih CAD/CAM programa (CAD - engl. *Computer-Aided Design*- dizajn potpomognut računalom, CAM - engl. *Computer-aided manufacturing* - korištenje računalnoga programa za upravljanje alatnim i srodnim strojevima u proizvodnji izradaka, može se odnositi i na korištenje računala kao pomoć u svim operacijama proizvodnoga ciklusa, uključujući planiranje, upravljanje, prijevoz i skladištenje). Integracija CAD i CAM sustava rezultira generiranjem CNC programa koji se izravno unosi u upravljačku jedinicu CNC stroja. Kvalitetne simulacije te analize koje su sastavni dio CAD/CAM programa umanjuju greške. Važno je ovdje napomenuti da

implementacija CAD/CAM sustava zahtijeva viši stupanj kompetencija i modernije upravljačke jedinice stroja. U zadnje vrijeme razvijaju se i sustavi programiranja CNC strojeva temeljeni na umjetnoj inteligenciji. Izradak izrađen u nekom 3D CAD programu kao što su SolidWorks ili CATIA, predstavlja temeljni ulazni parametar ovakvih sustava. Točnost CNC programa veoma je važna jer greške uzrokuju, ne samo greške izratka, nego i moguće havarije CNC stroja čiji popravak je složen i skup.

2. Načini programiranja CNC glodalice kod 2.5D glodanja

2.5D glodanje predstavlja obradu odvajanjem čestica (glodanje) kod koje je dubina obrade definirana koordinatom Z stalna, odnosno prilikom obrade se ova vrijednost kontinuirano ne mijenja. Ostale koordinate (x i y) se kontinuirano mijenjaju. Slika 1. prikazuje simulaciju obrade tipične operacije kod 2.5D glodanja.

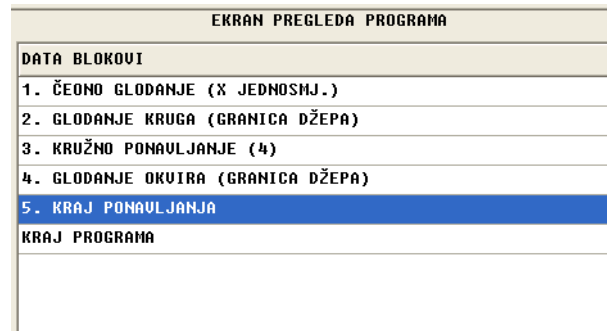


Slika 1. Primjer simulacije 2.5D glodanja

Programiranje 2.5D glodanja danas je moguće realizirati pisanjem G-coda, konverzacijskim programiranjem, kombinacijom konverzacijskog programiranja uvozom CAD crteža, odnosno programiranje u CAD/CAM programu. G-code predstavlja način pisanja CNC programa temeljem standarda ISO 6983 ili DIN 66025 koje zahtijeva matematička znanja te točnost prilikom definiranja karakterističnih točaka putanje alata.

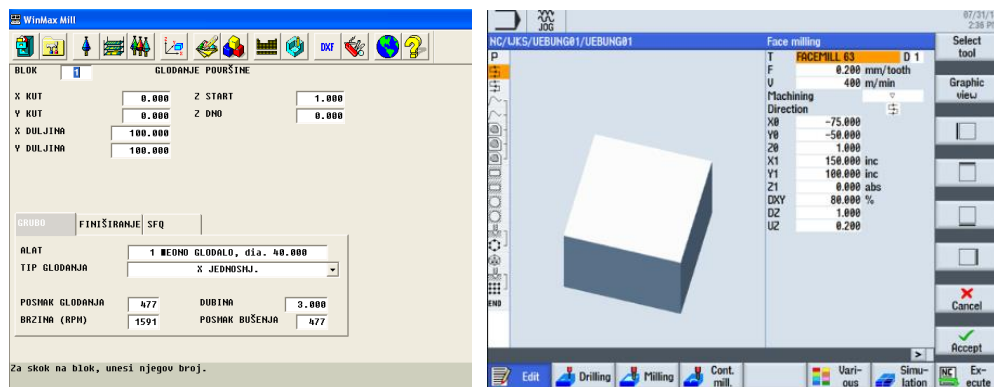


Slika 2. Izgled G-cod programa



Slika 3. Izgled konverzacijskog programa

Slika 2. prikazuje G-cod program napisan u programu Sinumeric 840D Siemens. Program karakteriziraju naredbe (G54, T1, M6, M3, M30...) te koordinate karakterističnih točaka putanje vrha alata. Program izrađen konverzacijskim programiranjem prikazan slikom 3. predstavlja parametarsko programiranje unaprijed definiranim operacijama (slika 4.) u koje se dodaju tražene informacije. Ovaj način programiranja ubrzava proces programiranja te smanjuje eventualne greške, no još uvijek je potrebno definirati geometriju temeljem tehničke dokumentacije. Predstavnici ovoga načina programiranja su WinMAX Hurco, ShopMill Siemens itd. Konverzacijski program unaprijed ima predefinirane pojedine parametre, npr. odmak od ulazne površine prilikom spuštanja alata u operaciji čeonoga glodanja, koje ubrzavaju proces programiranja.

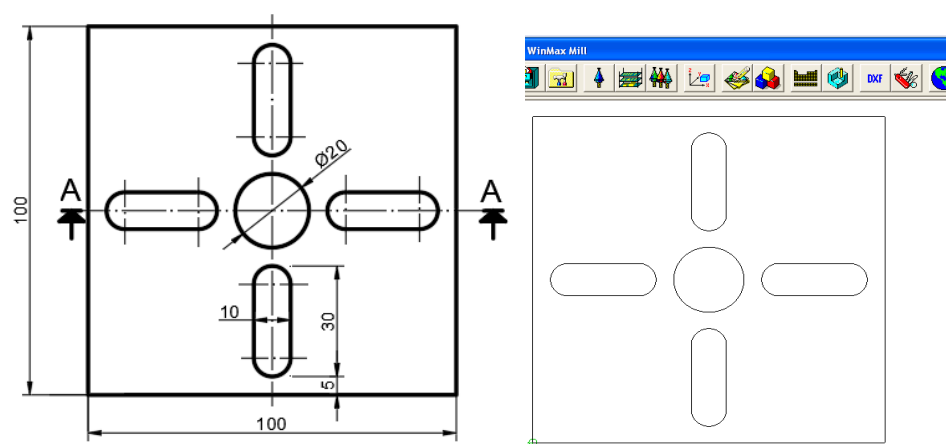


Slika 4. Operacija čeonoga glodanja (desno WinMAX Hurco, lijevo ShopMill Siemens)

3. Konverzacijsko programiranje CNC stroja na temelju crteža iz CAD programa

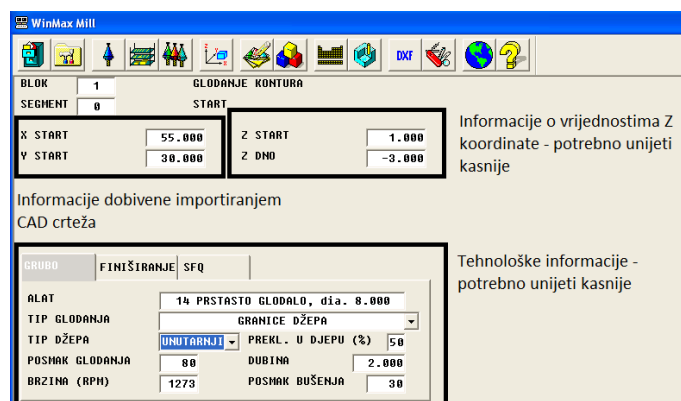
Tehničko-tehnološku dokumentaciju potrebnu za izradu CNC programa čine: radionički crtež, operacijski list, plan stezanja, plan alata, plan rezanja, programski list. Radionički crtež

uglavnom se izrađuje u raznim CAD programima kao što su SolidWorks, CATIA, Inventor... Crtež izrađen u CAD programu, osim grafičkih informacija sadrži i informacije o npr. koordinatama karakterističnih točaka geometrije, odnosno matematičke opise čitave geometrije. Ove informacije predstavljaju osnovu za daljnje programiranje CNC stroja tako da se crtež importira u program CNC stroja. Slika 5. lijevo, prikazuje crtež izrađen u CAD programu koji je potrebno prilagoditi tako da se kote i simetrale uklone te se crtež sprema u dxf format (dxf. eng. *Drawing Interchange Format, or Drawing Exchange Format* - format za izmjenu računalom izrađenih 2D crteža, informatički oblik crteža) i kao takav importira u CNC program stroja, slika 5. desno.



Slika 5. CAD crtež (lijevo – izrađen u CAD programu, desno –importiran u program CNC stroja)

Nakon importiranja CAD crteža u CNC program stroja, potrebno je obrađivanim elementima geometrije pridodati informaciju o koordinati Z te dodatne tehnološke informacije vezane uz vrstu alata te režime rada, kao i tehnologiju glodanja.



Slika 6. Operacija glodanje konture

Slika 6. prikazuje operaciju “glodanje konture” konverzijskoga programa WinMax Hurco kod kojeg su koordinate x i y identificirane putem programa CNC stroja a temeljem

importiranoga CAD crteža. Sustav konverzacijskog programiranja omogućava daljnji rad s operacijom čija je geometrija identificirana iz CAD crteža. Slika 7. prikazuje program koji predstavlja glodanje objekta čiju simulaciju prikazuje slika 1., a koji je identičan programu sa slike 3. Usporedbom slike 3. i slike 7. vidljiva je razlika u blokovima, naime blokovi koji su nastali korištenjem CAD programa definirani su u operaciji “glodanje konture” (slika 7.).

DATA BLOKOVI	POD BLOKOVI
1. ČEONO GLODANJE (X JEDNOSMJ.)	
2. KRUŽNO PONAULJANJE (4)	Ponavljanje bloka 3 korištenjem konverzacijskog programa
3. GLODANJE KONTURE (GRANICE DŽEPA)	Operacija čija je konturana dobivena iz CAD formata
4. KRAJ PONAULJANJA	
5. GLODANJE KRUGA (GRANICA DŽEPA)	Operacija čija je kontura dobivena iz CAD formata
KRAJ PROGRAMA	

Slika 7. Konverzacijski program realiziran korištenjem CAD formata

Cijeli tijek izrade konverzacijskoga programa korištenjem CAD crteža odvija se vrlo brzo i točno jer se smanjuje mogućnost grešaka u unosu koordinata x i y obrađivane geometrije.

4. Zaključak

Konkurentnost proizvodnih procesa moguća je primjenom odgovarajućih tehnologija. Kod programiranja CNC alatnih strojeva, ovisno o vrsti tehnologije preoblikovanja, potrebno je primijeniti optimalni način programiranja. 2.5D glodanje, predstavlja značajni dio tehnologije glodanja, a primjena informacija dobivenih iz CAD crteža izravno u upravljačkoj jedinici stroja olakšava programiranje te povećava produktivnost. Implementacija ovoga načina programiranja veoma je brza.

Literatura

1. Balič, J.; Kopač, J.; Pahole, I. (2002). CAD/CAM Postopki. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.
2. Bošnjaković, M. (2009). Numerički upravljani alatni strojevi: udžbenika za 3. razred strukovnih škola. Zagreb, Školska knjiga.
3. Botak, Z.; Ćurković-Bogunović, LJ. (2009). Automatsko programiranje CNC strojeva. Varaždin // Tehnički glasnik, 3, 1-2; 5-10.

4. Horvat, M. (2011). Analiza implementacije CAD sustava u obrazovnom procesu. Čakovec, Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu.
5. <http://www.hurco.com/pages/default.aspx>. (01.03.2019.).
6. https://www.industry.siemens.com/topics/global/en/cnc4you/tips_and_tricks/pages/programming-example-shopmill.aspx. (02.02.2019.).
7. https://www.heidenhain.com/en_US/products/cnc-controls/ (01.03.2019.).